14. Organização e Dimensionamento de Postos de Trabalho

14.1 Introdução. A Abordagem Ergonómica

O termo Ergonomia[1] é relativamente recente. Criado e utilizado pela primeira vez por K. Murrell, foi adotado oficialmente em 1949, quando da criação da primeira sociedade de Ergonomia — a Ergonomic Research Society, onde se reuniram psicólogos, fisiologistas e engenheiros ingleses ligados a problemas de adaptação do trabalho ao Homem.

Segundo A. Wisner, a Ergonomia é o conjunto dos conhecimentos científicos relativos ao Homem e necessários para conceber ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, de segurança e de eficiência.

Segundo a Associação Internacional de Ergonomia, trata-se de uma disciplina relacionada com o conhecimento fundamental das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema.

A abordagem ergonómica na análise de postos de trabalho situa-se, portanto, no domínio dos métodos de análise de um sistema.

O sistema ergonómico é constituído por um conjunto de homens, máquinas e procedimentos interagindo entre si num determinado ambiente.

Os seus objetivos práticos são, pois, a eficiência e a segurança das combinações Homem-máquina, Homem-espaço de trabalho e Homem-ambiente, juntamente com o conforto e a satisfação dos indivíduos envolvidos.

A análise de postos de trabalho processa-se, de uma forma crescente, do Homem para a máquina, espaço de trabalho e ambiente, mas sempre com o Homem como centro desta estrutura de referência.

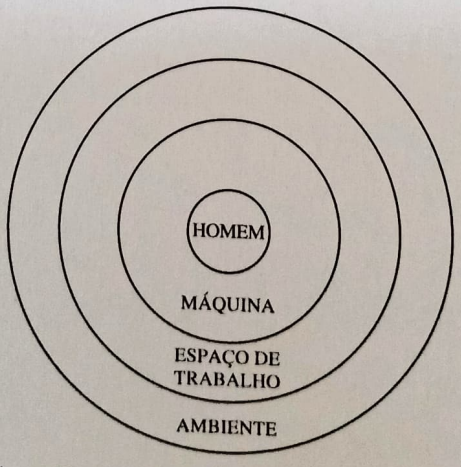


FIGURA 14.1 — Estrutura de referência na análise de postos de trabalho (segundo Shackel, 1974)

(1) Do grego *ergon* (trabalho) + *nomos* (estudo).

14.2 Interação Homem-Máquina

O Homem recebe informações através dos mostradores (*displays*) da máquina, processa essas informações, toma uma decisão e executa-a sobre os comandos da máquina. Esta irá efetuar a operação decidida, cujo resultado final é o *output*.

Este fluxo de informação em circuito fechado pode representar-se, esquematicamente, como mostra a figura **14.2**.

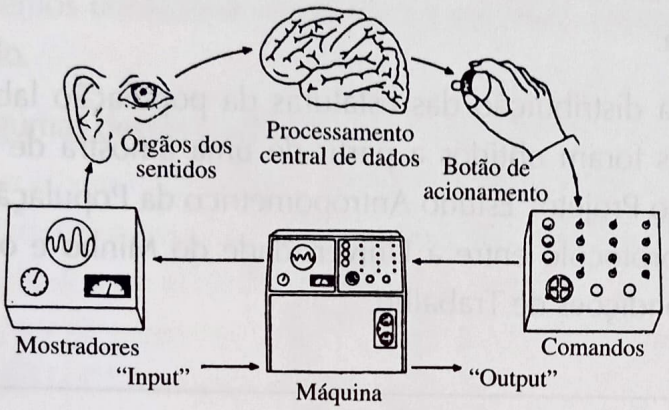


FIGURA 14.2 — Interação Homem-máquina (segundo Morgan e colab., 1963)

Partindo do conceito informação-decisão, deve-se procurar saber se o operador recebe toda a informação necessária para a tomada de decisão e se aquela é apresentada adequadamente pelos mostradores, se as suas decisões podem ser fácil e eficientemente captadas ou se são necessários melhores comandos e, ainda, se os mostradores e os comandos são compatíveis entre si e bem localizados num painel adequado.

14.3 Interação Homem-Espaço de Trabalho

14.3.1 Introdução

A interação do Homem com o espaço de trabalho que o rodeia pressupõe o estudo dos elementos que possam afetar a posição, a postura e o alcance da faixa esperada de utilizadores e, consequentemente, o seu conforto e eficiência.

Como exemplo desses elementos temos o tamanho e a posição de cadeiras, máquinas, secretárias, consolas, corredores e máquinas adjacentes.

O equipamento deve acomodar não só o utilizador médio, mas também (através de ajustamento, se necessário) 90% (ou mais, se possível) da população esperada de utilizadores.

14.3.2 Antropometria

Existe uma grande variação de estatura entre indivíduos, sexos ou raças diferentes.

Não é, geralmente, suficiente projetar um posto de trabalho adequado ao indivíduo médio. A maior parte das vezes é necessário ter em conta as pessoas mais altas (por exemplo: decidir acerca do espaço para as pernas por baixo de uma mesa) ou as mais baixas (por exemplo, certificarmo-nos de que determinados objetos são alcançáveis). Tomemos um exemplo extremo: se as alturas das portas fossem dimensionadas para o indivíduo médio, muitas pessoas bateriam com a cabeça na padieira.

A figura **14.3** ilustra a distribuição das estaturas da população laboral portuguesa do sexo masculino. Os resultados foram obtidos a partir de uma amostra de 492 pessoas, tendo sido publicadas no relatório do Projeto "Estudo Antropométrico da População Portuguesa", desenvolvido no âmbito de um protocolo entre a Universidade do Minho e o Instituto de Desenvolvimento e Inspeção das Condições de Trabalho.

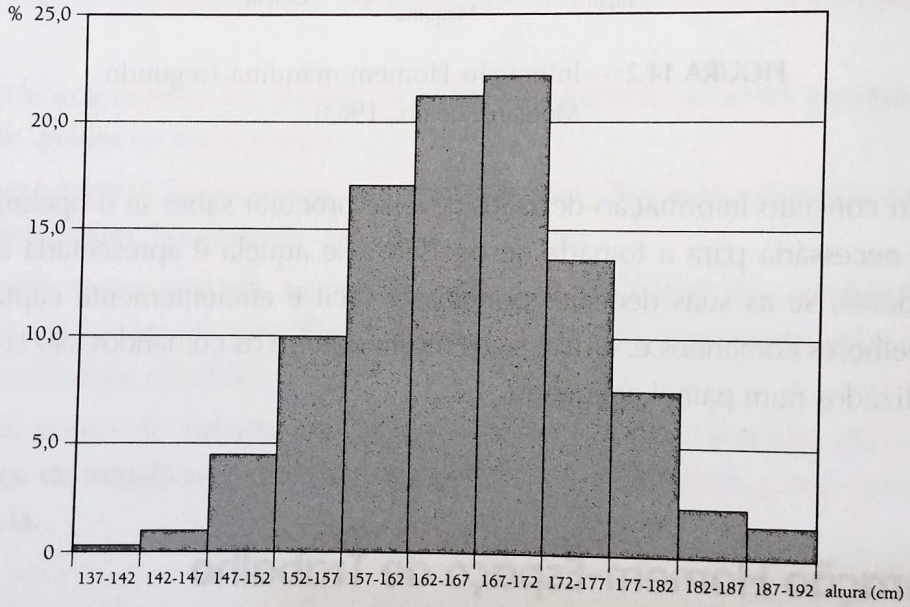


FIGURA 14.3 — Distribuição de estaturas da população laboral portuguesa do sexo masculino

Como não é possível projetar postos de trabalho satisfazendo o indivíduo mais alto ou o mais baixo, teremos de nos contentar em obter as especificações para a maioria. Os percentis 5 e 95% traduzem a variabilidade pretendida de uma determinada população.

Admitindo que as estaturas de uma dada amostra da população em estudo seguem uma distribuição normal, a expressão daqueles percentis é a seguinte:

$$P_5 = \bar{x} - 1{,}65\ s \qquad (14.1)$$

$$P_{95} = \bar{x} + 1{,}65\ s$$

sendo:

$\bar{x}$ – média aritmética da amostra;

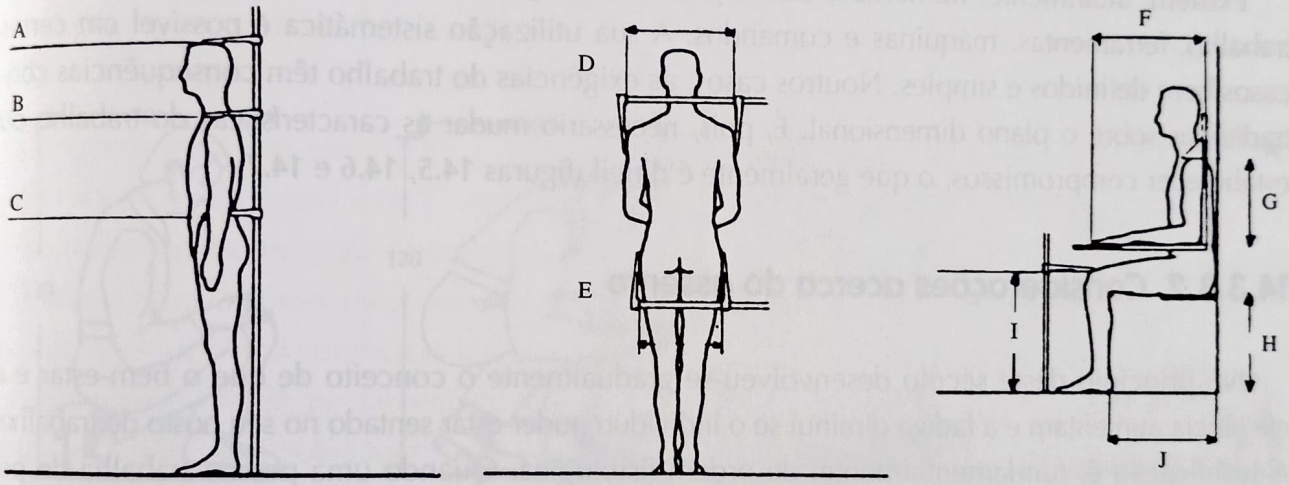
s – desvio-padrão correspondente.

Se a amostra em questão é constituída por **a%** de homens e **b%** de mulheres, podemos utilizar a seguinte expressão (segundo Kroemer, 1983):

$$P = aP_a + bP_b \qquad (14.2)$$

Além da estatura, podemos considerar várias outras medidas antropométricas, considerando a posição de pé ou sentado.

A figura **14.4** ilustra algumas dessas medidas.



A — estatura
B — altura de ombros
C — altura de ancas
D — largura de ombros (bideltoide)
E — largura de ancas
F — distância do cotovelo à extremidade da mão (comprimento máximo do antebraço)
G — distância do ombro ao cotovelo (comprimento do braço)
H — distância da parte inferior da coxa à planta do pé (altura de assento)
I — altura do joelho
J — distância da barriga da perna à nádega (profundidade de assento)

FIGURA 14.4 — Medidas antropométricas

14.3.3 Projeto de Postos de Trabalho

14.3.3.1 Generalidades

Um plano de trabalho muito alto ou um comando demasiado afastado do operador determinam a adoção de uma postura desequilibrada; um cabo fino de uma ferramenta impede um

pleno contacto com a mão; um orifício estreito na cobertura de uma máquina torna difícil a deteção de uma avaria e, consequentemente, a sua reparação. Poderiam ser citados numerosos exemplos em que as dimensões das áreas de trabalho, de ferramentas e de máquinas escolhidas empiricamente provocam um esforço físico inútil ou exagerado, dificuldades na manipulação dos objetos, na perceção de elementos da tarefa e no controlo dos gestos.

Particularmente, neste domínio do dimensionamento é essencial a intervenção desde a conceção do posto de trabalho, da ferramenta ou do objeto. A correção de um sistema existente é, geralmente, difícil e dispendiosa. Os dados antropométricos e biomecânicos (antropometria dinâmica) da população de trabalhadores (ou de consumidores, quando se trata de produtos comercializados) constituem as bases de referência para a resolução de problemas de dimensionamento. A análise das exigências do trabalho permite a escolha dos dados a utilizar.

Existem, atualmente, numerosos dados para a conceção dimensional das oficinas, postos de trabalho, ferramentas, máquinas e comandos. A sua utilização sistemática é possível em certos casos bem definidos e simples. Noutros casos, as exigências do trabalho têm consequências contraditórias sobre o plano dimensional. É, pois, necessário mudar as características do trabalho ou estabelecer compromissos, o que geralmente é difícil (figuras **14.5**, **14.6** e **14.7**).

14.3.3.2 Considerações acerca do assento

No princípio deste século desenvolveu-se gradualmente o conceito de que o bem-estar e a eficiência aumentam e a fadiga diminui se o indivíduo puder estar sentado no seu posto de trabalho. A justificação é, fundamentalmente, de ordem fisiológica. Quando uma pessoa trabalha de pé, necessita de desenvolver um esforço muscular estático para manter as articulações dos pés, dos joelhos e das ancas em posições fixas; este esforço cessa quando a pessoa se senta.

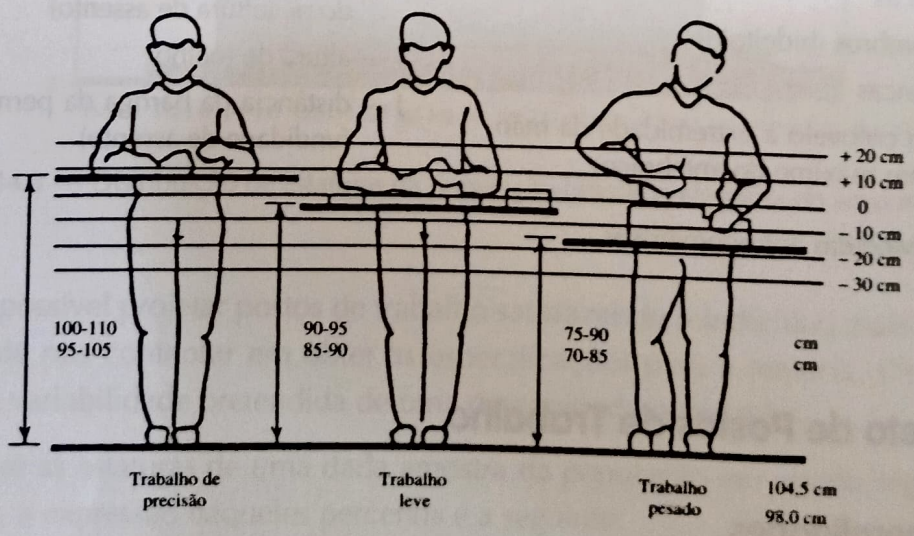


FIGURA 14.5 — Alturas de trabalho recomendadas para trabalho de pé. A linha de referência (0) é a altura dos cotovelos acima do solo, que é, em média, de 105 cm para os homens e de 98 cm para as mulheres (segundo Grandjean, 1969)

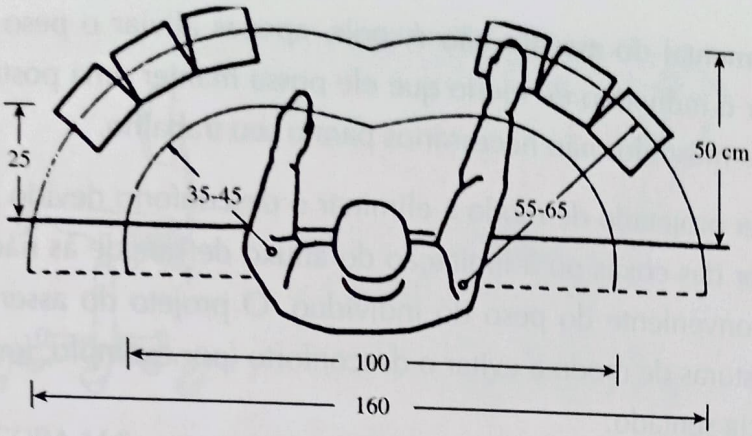
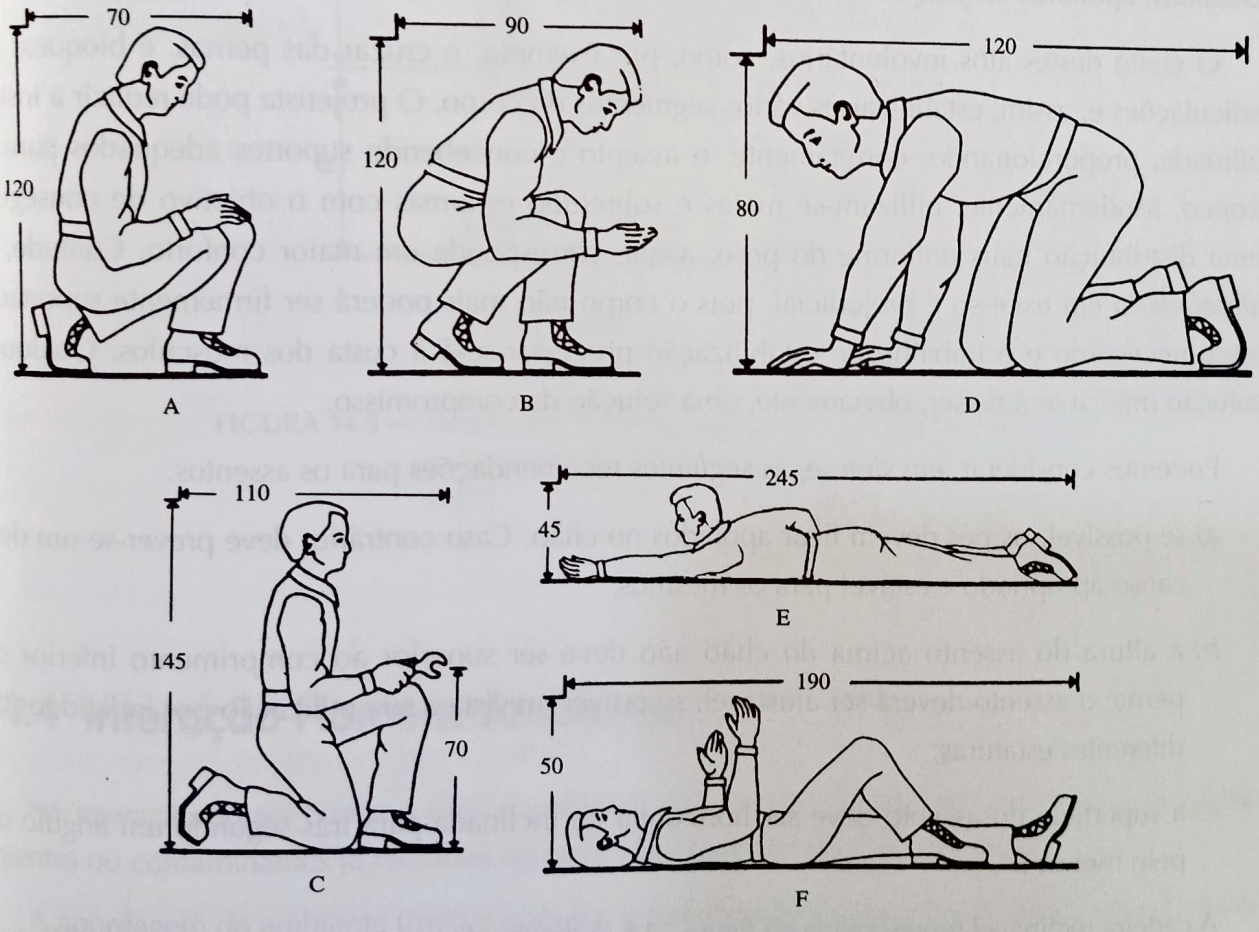


FIGURA 14.6 — Alcances normal e máximo dos braços e antebraços no plano horizontal (indivíduos pequenos) (segundo Grandjean, 1969)



A — de cócoras
B — de cócoras, curvado
C — de joelhos
D — gatinhando
E — deitado
F — deitado, de costas

FIGURA 14.7 — Espaços mínimos (em cm) para movimentação (segundo a norma americana MIL-STD. 1472 USA, 1969)

O objetivo fundamental do assento não é, pois, apenas aliviar o peso distribuído nos pés, mas também suportar o indivíduo de modo que ele possa manter uma postura estável enquanto trabalha, relaxando os músculos não necessários para o seu trabalho.

O assento deve ser projetado de modo a eliminar o desconforto devido a pressões desnecessárias na parte inferior das coxas ou à limitação do afluxo de sangue às nádegas, em virtude de uma distribuição inconveniente do peso do indivíduo. O projeto do assento deve prever uma gama razoável de posturas de modo a evitar o desconforto (por exemplo, formigueiros) motivado por longa permanência sentado.

O indivíduo pode, frequentemente, ter um papel ativo na redução dos efeitos negativos de um mau assento mediante a adoção de determinadas posturas, embora o faça inevitavelmente à custa de algum esforço e perda de conforto e eficiência. Por exemplo, estudos recentes de posturas adotadas por pessoas mostraram que estas se sentam, a maior parte do tempo, com as pernas cruzadas, apoiando os braços numa mesa ou nos braços das cadeiras.

O efeito destes atos involuntários, como, por exemplo, o cruzar das pernas, é bloquear as articulações e, assim, estabilizar os vários segmentos do corpo. O projetista pode reduzir a instabilidade, proporcionando, corretamente, o assento e concebendo suportes adequados para o tronco. Modernamente, utilizam-se molas e sobretudo espumas com o objetivo de conseguir uma distribuição mais uniforme do peso, a que corresponde um maior conforto. Contudo, o *almofadado* em excesso é prejudicial, pois o corpo não mais poderá ser firmemente suportado onde necessário e o trabalho de estabilização processar-se-á à custa dos músculos. Qualquer solução prática terá de ser, obviamente, uma solução de compromisso.

Podemos considerar, em síntese, as seguintes recomendações para os assentos:

a) se possível, os pés devem ficar apoiados no chão. Caso contrário, deve prever-se um descanso apropriado e estável para os mesmos;

b) a altura do assento acima do chão não deve ser superior ao comprimento inferior da perna; o assento deverá ser ajustável, se estiver prevista a sua utilização por indivíduos de diferentes estaturas;

c) a superfície do assento deve ser horizontal ou inclinada para trás segundo um ângulo de pelo menos 5°.

A cadeira reclinável representada na figura **14.8** (à direita) deverá ter as seguintes características:

- altura de encosto (acima do assento) de 50 cm;
- apoio lombar;
- ligeira concavidade ao nível do tórax;
- inclinação ajustável (104°-120°), com dispositivo de travamento.

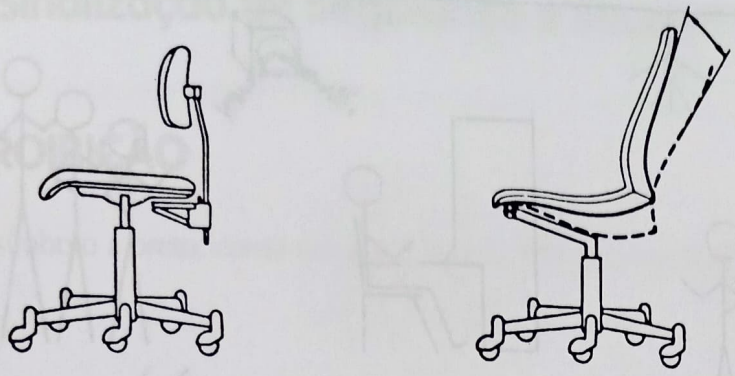
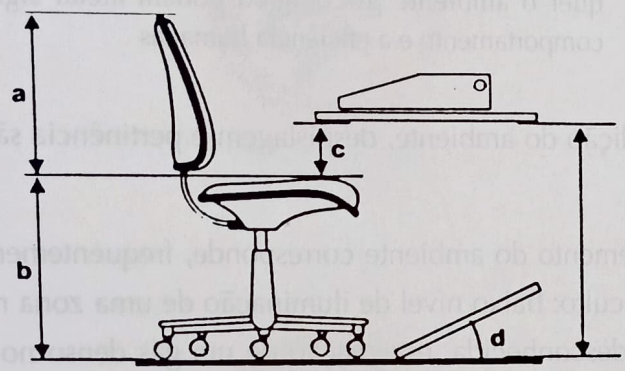


FIGURA 14.8 — A cadeira reclinável com encosto alto (direita) é geralmente preferida à cadeira de escritório de tipo comercial com encosto ajustável (esquerda)



a — 48-50 cm
b — 38-54 cm
c — mín. 17 cm
d — 10-25°

FIGURA 14.9 — Dimensões recomendadas para o *design* do assento e da secretária de trabalho (segundo Grandjean, 1987)

14.4 Interação Homem-Ambiente

Na interação do ser humano com o ambiente que o rodeia temos de considerar os diferentes agentes ou contaminantes já referidos aquando do estudo da Higiene Industrial.

A abordagem do ambiente físico e químico é indispensável para o controlo do risco de doenças profissionais e cumprimento das normas de conforto.

Não há mensagens sensoriais eficazes sem um ambiente luminoso e acústico adequado; não há ação sobre o comando das máquinas, se a temperatura é demasiado elevada; não é possível permanecer num local onde o ar não é respirável. Nestes dois últimos casos é possível trabalhar recorrendo a dispositivos de proteção individual de características adequadas.

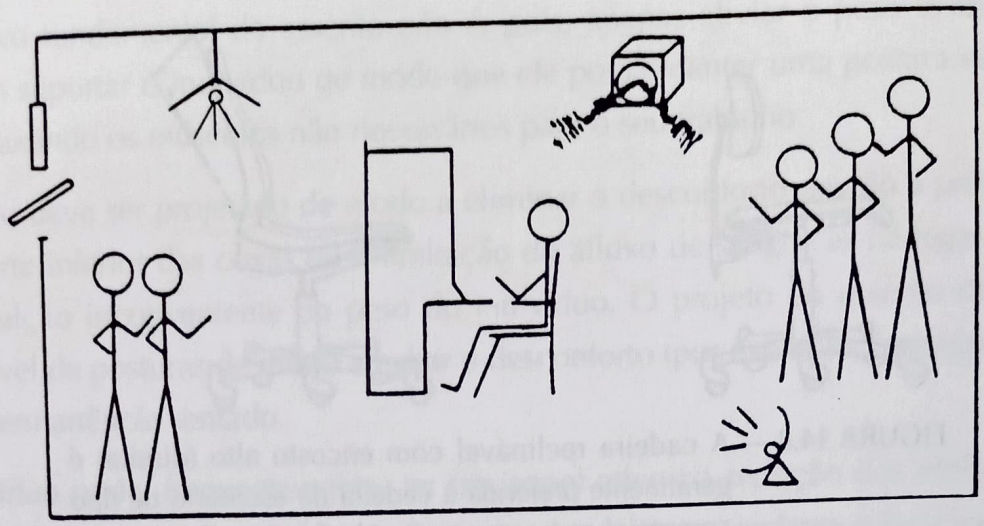


FIGURA 14.10 — Interação Homem-ambiente. Quer o ambiente físico (ou químico) quer o ambiente psicológico podem afetar significativamente o comportamento e a eficiência humanas

Os princípios de medição do ambiente, despistagem e pertinência são complementares, mas por vezes contraditórios.

A medição de um elemento do ambiente corresponde, frequentemente, a uma despistagem, à pesquisa de um risco oculto: baixo nível de iluminação de uma zona raramente visitada, fonte de radiações ionizantes desconhecida, estagnação de um gás denso no fundo de uma fossa. A despistagem pode ser sistemática, sob a forma de uma quadrícula de espaço a controlar, com constituição de cartas de ambiente: ruído, iluminação, ambiente térmico, etc.

Esta abordagem é particularmente útil quando todo o espaço pode ser percorrido ou ocupado por um trabalhador durante um tempo mais ou menos longo.

A despistagem pode ser orientada quando se conhecem antecipadamente as zonas suspeitas ou perigosas: vizinhança de uma fonte de radiações, de um tubo de gás, de um forno ou do fundo de uma fossa. Uma tal despistagem é mais económica, sendo provavelmente aquela que fornece mais informações, mas não elucida quanto aos aspetos mais inesperados dos ambientes.

A medição de um elemento do ambiente deve também ser pertinente relativamente à tarefa que o operador, controlador ou reparador deve cumprir. Pouco importa que o ambiente luminoso geral de uma oficina atinja um nível suficiente, se o ponto particular da máquina a vigiar se situa na obscuridade e não é bem visível. O ambiente térmico geral de uma fundição poderá ser aceitável, mas não define a situação local que o operário da conservação eventualmente afrontará.

Não devemos, pois, limitar-nos a medições periódicas de despistagem e controlo. Frequentemente, é necessário caracterizar um ambiente no decurso da análise de uma tarefa específica. Deverá, então, proceder-se à despistagem das incompatibilidades entre a tarefa e o ambiente, entre a tarefa e a fonte de incómodo ou, ainda, entre a tarefa e a fonte de acidente potencial.